

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. September 2005 (29.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/089997 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23K 20/12**,
B29C 65/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000438

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. März 2005 (11.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 012 653.4 16. März 2004 (16.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KNOTT, Ulrich**
[DE/DE]; Finsterwalderstrasse 31, 80997 München (DE).
BAYER, Erwin [DE/DE]; Ostenstrasse 36, 85221 Dachau
(DE). **BUSSMANN, Martin** [DE/DE]; Ulmenstrasse 22,
85247 Schwabhausen (DE).

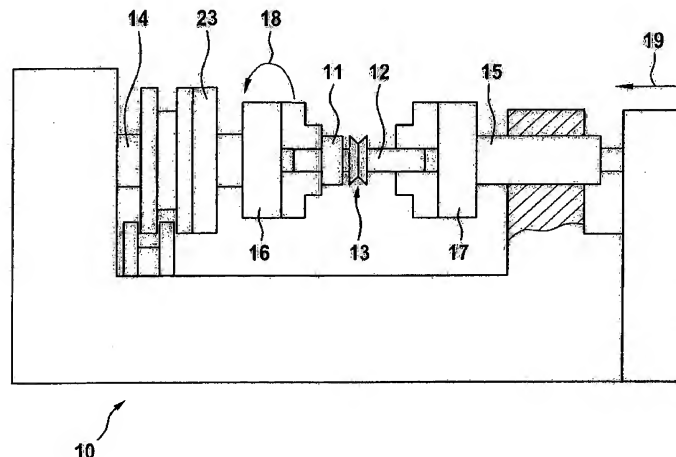
(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES
GMBH**; Intellectual Property Management (ASI), Post-
fach 50 06 40, 80976 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTATIONAL FRICTION WELDING METHOD ROTATIONAL FRICTION WELDING UNIT WITH MEASURE-
MENT OF THE RELATIVE POSITION AND THE SWAGING BETWEEN THE COMPONENTS FOR JOINING TOGETHER

(54) Bezeichnung: ROTATIONSREIBSCHWEISSVERFAHREN SOWIE ROTATIONSREIBSCHWEISSANLAGE MIT MES-
SUNG DER RELATIVSTELLUNG UND DER ABSTAUCHUNG ZWISCHEN DEN MITEINANDER ZU VERBINDENDEN
BAUTEILEN



(57) Abstract: The invention relates to a rotational friction welding unit and a rotational friction welding method, for the assembling or connecting of components (11,12), in which a first component (11) is displaced in rotation, a second component (12) remains stationary, the moving component (11) and the stationary component (12) are pressed together with a given force, assembly surfaces on the components (11, 12) for connecting are matched to each other and a connecting bead (20) is formed in the region of the assembly surfaces. According to the invention, a relative position and a swaging between the components (11, 12) for connection to each other are measured, whereby, when a given swaging and a given relative position are reached, the stationary component (12) is released such as to rotate with the rotating component (11).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/089997 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Rotationsreibschweissverfahren sowie ein Rotationsreibschweissverfahren zum Fügen bzw. Verbinden von Bauteilen, (11,12) wobei ein erstes Bauteil (11) drehend bewegt wird, wobei ein zweites Bauteil (12) stillsteht, wobei das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden, und wobei sich hierbei Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) aneinander anpassen und im Bereich der Fügeflächen eine Verbindungswulst (20) entsteht. Erfindungsgemäss wird eine Relativstellung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen (11, 12) gemessen, wobei dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil (12) derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.

ROTATIONSREIBSCHWEISSVERFAHREN SOWIE ROTATIONSREIBSCHWEISSANLAGE MIT MESSUNG DER RELATIVSTELLUNG UND DER ABSTAUCHUNG ZWISCHEN DEN MITEINANDER ZU VERBINDENDEN BAUTEILEN

Die Erfindung betrifft ein Rotationsreibschweißverfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Rotationsreibschweißanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Bei der Fertigung von Gasturbinen ist das Reibschweißen ein weitverbreitetes Fügeverfahren. Das Reibschweißen gehört zu den sogenannten Pressschweißverfahren, wobei man beim Reibschweißen das sogenannte lineare Reibschweißen vom Rotationsreibschweißen und dem sogenannten Rührreibschweißen unterscheidet. Die hier vorliegende Erfindung betrifft das sogenannte Rotationsreibschweißen, bei welchem rotationssymmetrische Bauteile durch Reibung aneinander gefügt bzw. miteinander verbunden werden. Beim Rotationsreibschweißen rotiert ein erstes Bauteil, wohingegen das andere Bauteil stillsteht und mit einer bestimmten Kraft gegen das rotierende Bauteil gedrückt wird. Hierbei passen sich Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile durch Warmverschmieden aneinander an.

Beim Verbinden von zwei rotationssymmetrischen Bauteilen mithilfe des Rotationsreibschweißens ist es von Bedeutung, dass die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile nach dem Rotationsreibschweißen exakt zueinander ausgerichtet sind. Hierzu gehört einerseits, dass die Längsmittelachsen der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen, und dass andererseits in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile eine vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen eingehalten ist. Das Einhalten der in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile vorgegebenen Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen bezeichnet man auch als Clocking. Handelt es sich bei den miteinander zu verbindenden, rotationssymmetrischen Bauteilen um integral beschaufelte Rotorscheiben, um sogenannte Blisks (bladed disks), so wird die Relativstellung in Umfangsrichtung durch die gewünschte relative Schaufelstellung der beiden integral beschaufelten Rotoren vorgegeben. Gerade bei der Verbindung von integral beschaufelten Rotorscheiben zur Herstellung von sogenannten Blisktrommeln ist die Einhaltung der in Umfangsrichtung vorgegebenen Relativstellung bzw. Winkelstellung von entscheidender Bedeutung.

Die US 5,858,142 offenbart ein Rotationsreibschweißverfahren, bei welchem die Einhaltung der vorgegebenen Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen, also das sogenannte Clocking, durch gezieltes Abbremsen des rotierenden Bauteils rea-

lisiert wird. Der Nachteil des Rotationsreibschweißverfahrens gemäß US 5,858,142 liegt unter anderem darin, dass beim Abbremsen des rotierenden Bauteils hohe Momente wirken, was zu einem Verwinden der gesamten Rotationsreibschweißanlage und damit zu einer reduzierten Genauigkeit der mithilfe des Rotationsreibschweißens hergestellten Verbindung führen kann. Weiterhin ist die Zeit, die zum Abbremsen des rotierenden Bauteils benötigt wird, relativ lange, sodass die Unsicherheit im Hinblick auf die einzuhaltende, vorgegebene Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden, rotationssymmetrischen Bauteilen relativ hoch ist.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Rotationsreibschweißverfahren und eine entsprechende Rotationsreibschweißanlage zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das eingangs genannte Rotationsreibschweißverfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß wird eine Relativstellung in Umfangsrichtung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen gemessen, wobei dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil rotiert.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird demnach vorgeschlagen, dass bei Erreichen einer vorgegebenen Abstauchung sowie Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen das stillstehende Bauteil freigegeben wird, sodass es zusammen mit dem drehenden Bauteil rotieren kann. Hieraus folgt unmittelbar, dass zum Abbremsen keine Momente abgefangen werden müssen. Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass sich die Rotationsreibschweißanlage nicht mehr verwindet. Die Genauigkeit der mithilfe des Rotationsreibschweißens hergestellten Verbindung kann dadurch erhöht werden. Weiterhin kann im Sinne der hier vorliegenden Erfindung die sich beim Rotationsreibschweißen einstellende Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen genau eingestellt werden. Auch hierdurch erhöht sich die Qualität des Rotationsreibschweißens. Mithilfe der hier vorliegenden Erfindung ist es möglich, fertig bearbeitete, integral beschaufelte Rotorscheiben durch Rotationsreibschweißen zu sogenannten Blisktrommeln miteinander zu verbinden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt dann, wenn beide Bauteile miteinander verbunden sind und gemeinsam rotieren, eine

zusätzliche Abstauchung. Hierzu werden die beiden miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Rotationsreibschweißanlage;
- Fig. 2 eine Verbindungsnaht zwischen zwei miteinander verbundenen Bauteilen; und
- Fig. 3 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage,
- Fig. 4 dasselbe Detail wie Fig. 3 in einem anderen Betriebszustand.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Rotationsreibschweißanlage 10 zum Fügen zweier Bauteile 11 und 12, wobei sich zwischen den Bauteilen 11 und 12 beim Rotationsreibschweißen die in Fig. 2 vergrößert dargestellte Verbindungsnaht 13 ausbildet. Die in Fig. 1 dargestellte Rotationsreibschweißanlage 10 nach dem Stand der Technik verfügt über eine erste Spindel 14 und eine zweite Spindel 15. Auf der ersten Spindel 14 ist das Bauteil 11 und auf der zweiten Spindel das Bauteil 12 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 angeordnet bzw. gelagert. Hierzu sind den Spindeln 14 und 15 jeweils Spanneinrichtungen 16 und 17 zugeordnet. Mithilfe der Spanneinrichtungen 16 und 17 sind die miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 auf der jeweiligen Spindel 14 bzw. 15 befestigbar. Der ersten Spindel ist mindestens ein Schwungmassenkörper 23 zugeordnet.

Um nun die beiden Bauteile 11 und 12 mithilfe des Rotationsreibschweißens miteinander zu verbinden, wird das auf der ersten Spindel 14 gelagerte Bauteil 11 im Sinne des Pfeils 18 drehend bewegt, wobei das auf der zweiten Spindel 15 gelagerte Bauteil 12 im Sinne des Pfeils 19 mit einer Kraft gegen das Bauteil 11 gedrückt wird. Die Relativrotation zwischen den Bauteilen 11 und 12 sowie diese Kraft erzeugen eine Reibung und damit Erwärmung der beiden Bauteile 11 und 12 an Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 derselben. Hierbei erfolgt an den Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 ein Warmverschmieden des Werkstoffs der Bauteile 11 und 12. Hierbei bildet sich die in Fig. 2 schematisiert dargestellte Verbindungswulst 20 aus.

Bei Verbindung der beiden Bauteile 11 und 12 ist es von Bedeutung, dass die Längsachsen bzw. Längsmittelachsen der beiden Bauteile 11 und 12 nach dem Verbinden aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen und demnach kein Versatz zwischen den Längsaschen vorliegt. Weiterhin sind die beiden Bauteile 11 und 12 derart miteinander zu verbinden, dass in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile 11 und 12 eine vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung (ein sogenanntes Clocking) zwischen den beiden Bauteilen 11 und 12 eingehalten ist.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird in einer ersten Stufe des Rotationsreibschweißverfahrens das auf der ersten Spindel 14 positionierte Bauteil 11 drehend bewegt und das auf der zweiten Spindel 15 positionierte, nicht-drehende Bauteil 12 wird mit einer vorbestimmten Kraft gegen das drehende Bauteil 11 gedrückt. Hierbei passen sich die Fügeflächen 21 und 22 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 aneinander an, es wird Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 realisiert und es bildet sich eine Verbindungswulst 20 aus.

Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung einerseits die Abstauchung und andererseits die Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während des Rotationsreibschweißens online zu überwachen. Wird hierbei festgestellt, dass eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 erreicht ist, so wird in einer zweiten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens das stillstehende Bauteil 12, welches auf der zweiten Spindel 15 angeordnet ist, derart freigegeben, dass es zusammen mit dem rotierenden Bauteil 11 rotieren kann. Dies wird dadurch realisiert, dass die zweite Spindel 15 freigegeben wird und zusammen mit dem Bauteil 11 bzw. der ersten Spindel 14 rotieren kann.

Es liegt weiterhin im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, dass dann, wenn beide miteinander verbundenen Bauteile 11 und 12 gemeinsam rotieren, ein Nachstauchen mit einer erhöhten Stauchkraft durchgeführt wird. Hierzu werden die miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile 11 und 12 mit einer bestimmten Kraft gegeneinander gedrückt.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass unmittelbar nach dem Freigeben des stillstehenden Bauteils 12 bei Erreichen einer vorbestimmten Abstauchung sowie Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 das Bauteil 11 bereits mit der vollen Drehzahl der ersten Spindel 14 rotiert, das zuvor stillstehende Bauteil 12 jedoch

auf die Drehzahl des bereits rotierenden Bauteils 11 beschleunigt werden muss. Bei diesem Beschleunigen des zuvor stillstehenden Bauteils 12 auf die Drehzahl des rotierenden Bauteils 11 wirken Trägheitskräfte. Aufgrund dieser Trägheitskräfte unterliegt die Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 einer Veränderung. Diese Veränderung wird im Sinne der hier vorliegenden Erfindung zur Bestimmung des Zeitpunkts, zu welchem das zuvor stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird, berücksichtigt. Abhängig von den Massen der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 sowie abhängig von der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils 11 wird die Relativstellung zwischen den beiden Bauteilen 11 und 12 bestimmt, bei welcher das zuvor stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird. Aus den Massen der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 und der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils 11 kann auf die Veränderung der Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 geschlossen werden. Aus einer vektoriellen Addition der Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen bei Freigabe des stillstehenden Bauteils 12 und der Veränderung der Relativstellung während der Beschleunigungsphase des stillstehenden Bauteils 12 ergibt sich die Relativstellung zwischen den Bauteilen 11 und 12 nach Beendigung des Rotationsreibschweißens.

Das erfindungsgemäße Rotationsreibschweißverfahren untergliedert sich demnach, wie bereits oben erwähnt, in zwei Stufen. In einer ersten Stufe wird das Bauteil 11 drehend bewegt und das Bauteil 12 steht still und wird mit einer vorbestimmten Kraft gegen das drehende Bauteil 11 gedrückt. Eine sich hierbei ausbildende Abstauchung sowie Relativstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 wird gemessen und überwacht. Wird hierbei festgestellt, dass eine vorgegebene Abstauchung sowie vorgegebene Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen erreicht ist, so wird die zweite Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens dadurch eingeleitet, dass das stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird, sodass es zusammen mit dem drehenden Bauteil 11 rotieren kann. Hierzu muss das zuvor stillstehende Bauteil 12 zuerst auf die Drehzahl des rotierenden Bauteils 11 beschleunigt werden. Darauf folgend wird ein Nachstauchen der miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile 11 und 12 durchgeführt. Die Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteile unterliegt dann keiner Änderung mehr. Die vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrich-

tung, bei welcher die Freigabe des zuvor stillstehende Bauteils 12 erfolgt, ergibt sich aus der gewünschten Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 korrigiert um den Betrag, um welchen sich die Relativstellung bzw. Winkelstellung während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 auf die Drehzahl des drehenden Bauteils 11 verändert.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird neben dem Rotationsreibschweißverfahren auch eine neuartige Rotationsreibschweißanlage vorgeschlagen. Die wesentlichen Details der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens liegen darin, dass die zweite Spindel 15, auf welcher das stillstehende Bauteil 12 gelagert ist, über eine Halteeinrichtung blockiert ist. Während der ersten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens blockiert die Halteeinrichtung die zweite Spindel 15 und hält diese demnach fest. In der zweiten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens hingegen gibt die Halteeinrichtung die zweite Spindel 15 frei, sodass dieselbe rotieren kann.

Die Halteeinrichtung zum Blockieren sowie Lösen der zweiten Spindel 15 kann zum Beispiel, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, ausgebildet sein. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 sind der zweiten Spindel 15 Permanentmagneten 24 und 25 zugeordnet. Die Halteeinrichtung wird von Elektromagneten 26 gebildet, die umpolbar ausgebildet sind. In der Darstellung der Fig. 3 sind die Elektromagneten 26 derart gepolt, dass die zweite Spindel 15 blockiert ist. In der Darstellung gemäß Fig. 4 hingegen sind die Elektromagneten 26 umgepolt, sodass die zweite Spindel 15 im Sinne des Pfeils 27 rotieren kann. Nach dem Umpolen dient die magnetische Halteeinrichtung als Magnetlager.

Zur Überwachung der Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 sowie zur Überwachung der Relativstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 sind der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage entsprechende Messeinrichtungen zugeordnet. Die beiden Spindeln 14 und 15 sind vorzugsweise auf reibungsarmen Axiallagern, insbesondere auf Wälzlagern, gelagert, sodass in der zweiten Phase des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens, in welchem beide miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 mit derselben Drehzahl rotieren, eine Stauchkraft zum Nachstauchen auf die beiden Bauteile 11 und 12 aufgebracht werden kann.

Mit dem erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahren sowie der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage können fertig bearbeitete, integral beschaukelte Rotorscheiben mit der richtigen Winkelorientierung zu Blisktrommeln verbunden werden. Die Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden, integral beschaukelten Rotorscheiben kann dabei sehr genau eingestellt werden. Die Gefahr einer Verdrehung der Rotationsreibschweißanlage und damit Beeinträchtigung der Verbindung zwischen den miteinander zu verbindenden integral beschaukelten Rotorscheiben durch das Moment, das abgefangen werden müsste, wenn das zuvor stillstehende Bauteil nicht freigegeben würde, entfällt. Insgesamt zeichnet sich demnach das erfindungsgemäße Rotationsreibschweißverfahren durch eine sehr genaue Verbindung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen und aus.

Patentansprüche

1. Rotationsreibschweißverfahren zum Fügen bzw. Verbinden von Bauteilen, wobei ein erstes Bauteil (11) drehend bewegt wird, wobei ein zweites Bauteil (12) stillsteht, wobei das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden, und wobei sich hierbei Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) aneinander anpassen und im Bereich der Fügeflächen eine Verbindungswulst (20) entsteht, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Relativstellung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen (11, 12) gemessen wird, und dass dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil (12) derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.
2. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass zwei rotationssymmetrische Bauteile (11, 12) derart miteinander verbunden werden, dass einerseits die Längsachsen der beiden Bauteile (11, 12) aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen, und dass andererseits in Umfangsrichtung eine vorgegebene Relativstellung, insbesondere eine vorgegebene Winkelstellung, zwischen den beiden Bauteilen (11, 12) eingehalten ist.
3. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) als integral beschaufelte Rotorscheiben ausgebildet sind, wobei die Relativstellung, insbesondere die Winkelstellung, in Umfangsrichtung zwischen den beiden Rotorscheiben durch die gewünschte relative Schaufelstellung der beiden Rotorscheiben bestimmt wird.
4. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
dass dann, wenn beide Bauteile (11, 12) miteinander verbunden sind und gemeinsam rotieren, eine zusätzliche Abstauchung erfolgt.
5. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

dass hierzu die beiden miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile (11, 12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden.

6. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die vorgegebene Relativstellung, bei welcher bei erreichter vorgegebener Abstauchung das stillstehende Bauteil (12) freigegeben wird, zumindest als Funktion der beiden Massen der miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) und als Funktion der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils (11) unmittelbar vor der Freigabe des stillstehenden Bauteils (12) bestimmt wird.
7. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Relativstellung und die Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) während des Reibschweißens online gemessen wird.
8. Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit einer ersten Spindel (14) und einer zweiten Spindel (15), wobei auf der ersten Spindel (14) ein erstes Bauteil (11) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) und auf der zweiten Spindel (15) ein zweites Bauteil (12) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) gelagert ist, und mit einer Einrichtung, um für das Rotationsreibschweißen das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft gegeneinander bzw. aneinander zu drücken,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Spindel (15) über eine Halteinrichtung blockiert ist, und dass die Halteinrichtung dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) erreicht ist, derart lösbar ist, dass das stillstehende Bauteil (12) zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.
9. Rotationsreibschweißanlage nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Spindeln (14, 15) auf einem reibungsarmen Axiallager gelagert ist.

10. Rotationsreibschweißanlage nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blockieren und Lösen der zweiten Spindel (15) über eine
magnetische Halteinrichtung erfolgt, für zum Lösen der zweiten Spindel (15) umpolbar ist und nach dem Umpolen als Magnetlager dient.
11. Rotationsreibschweißanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10,
gekennzeichnet durch
mindestens eine Messeinrichtung zur Überwachung der Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12).
12. Rotationsreibschweißanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10,
gekennzeichnet durch
mindestens eine Messeinrichtung zur Überwachung der Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12).

1 / 2

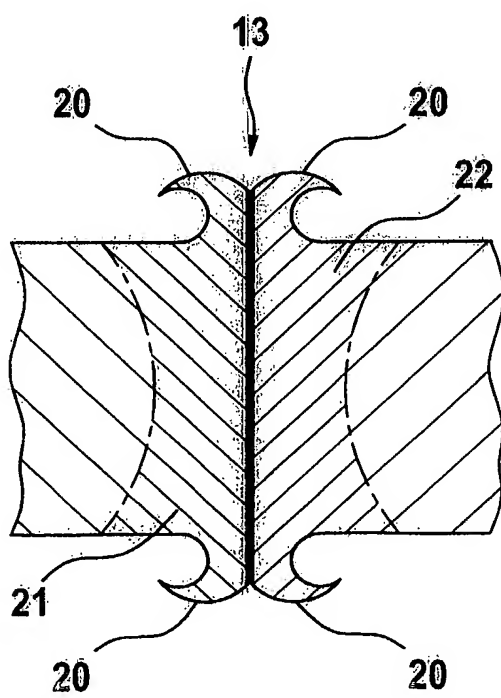
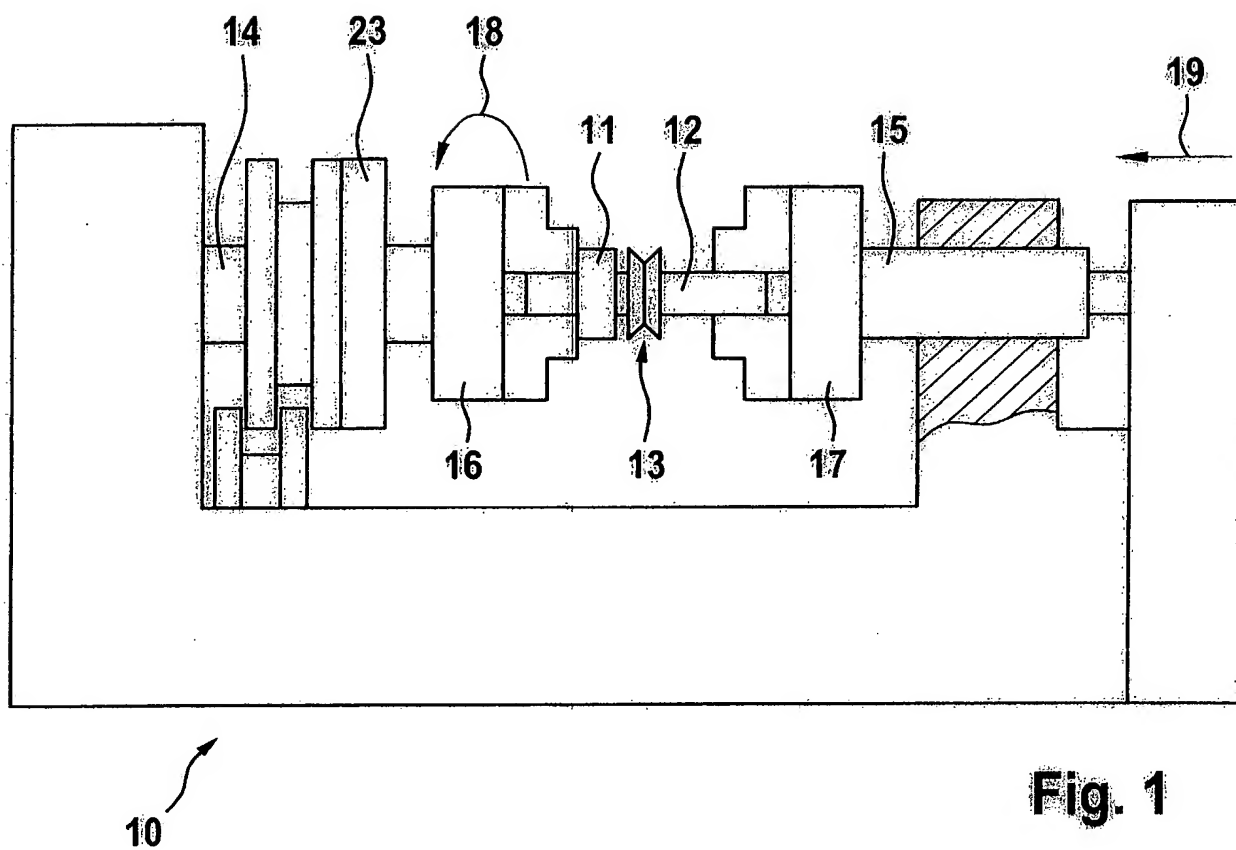


Fig. 2

2 / 2

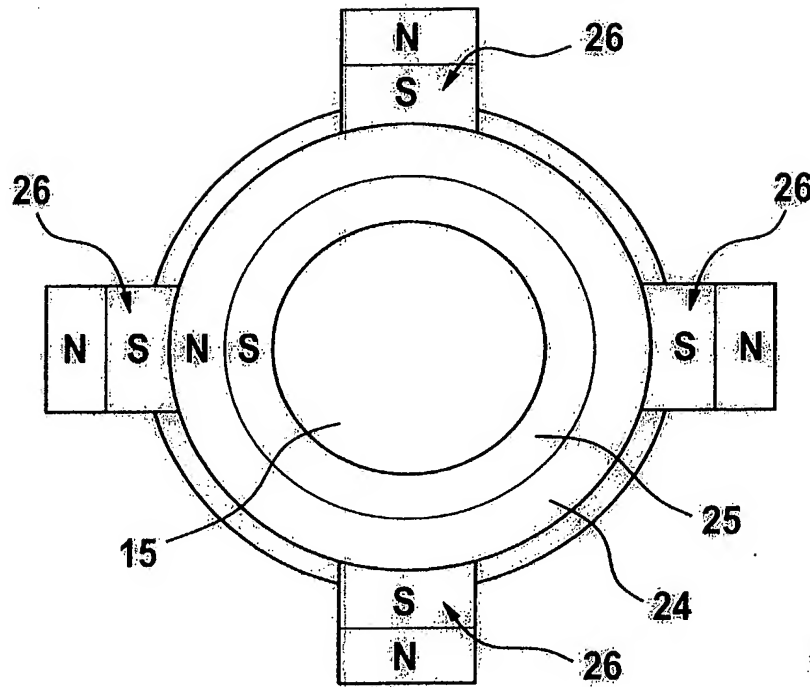


Fig. 3

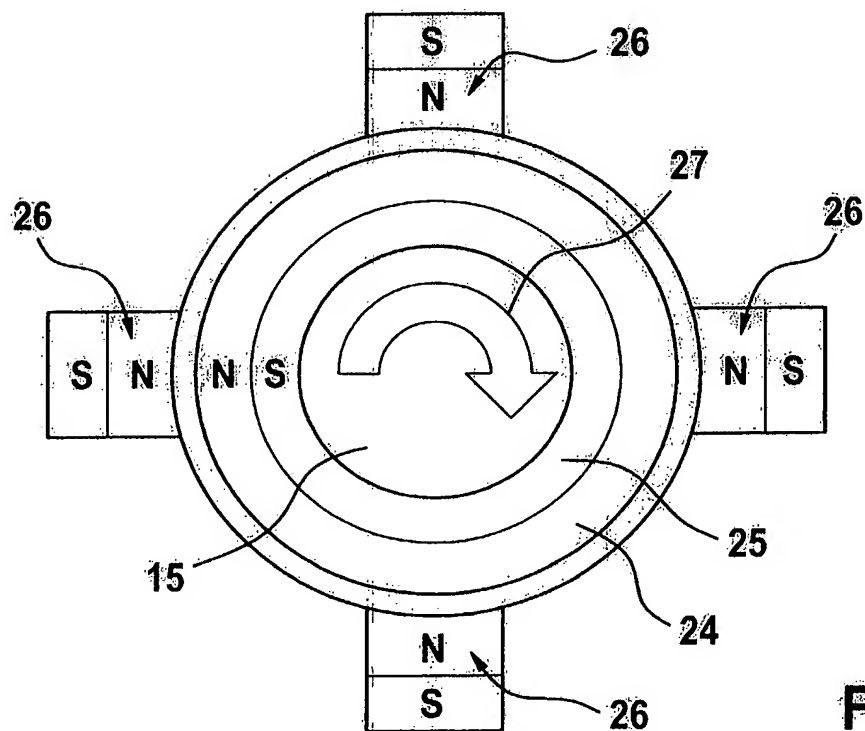


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000438

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23K20/12 B29C65/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 3 541 669 A (R.W. YOCUM) 24 November 1970 (1970-11-24) column 3, line 63 - column 4, line 29; claims 1,2; figure 2 -----	1-9,11, 12 10
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 320 (M-853), 20 July 1989 (1989-07-20) -& JP 01 107986 A (HONDA MOTOR CO LTD), 25 April 1989 (1989-04-25) abstract -----	1-9,11, 12
Y	US 2002/136659 A1 (M. STAUBLI ET AL) 26 September 2002 (2002-09-26) abstract ----- -/-	3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July 2005

Date of mailing of the international search report

27/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jeggy, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000438

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 1 382 234 A (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KK) 29 January 1975 (1975-01-29) claims; figures -----	4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 187 (M-048), 23 December 1980 (1980-12-23) -& JP 55 133890 A (NIPPON STEEL CORP), 18 October 1980 (1980-10-18) abstract -----	1,8
A	DE 20 42 084 A1 (E. PRELLE ET AL) 2 March 1972 (1972-03-02) page 4, paragraph 3 - page 5, paragraph 1; figure -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000438

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3541669	A	24-11-1970	BE 740306 A DE 1956572 A1 FR 2023693 A5 GB 1266705 A JP 51014982 B	16-03-1970 11-06-1970 21-08-1970 15-03-1972 13-05-1976
JP 01107986	A	25-04-1989	JP 1970799 C JP 7000238 B	18-09-1995 11-01-1995
US 2002136659	A1	26-09-2002	DE 10114612 A1 EP 1243754 A2 JP 2002371801 A	26-09-2002 25-09-2002 26-12-2002
GB 1382234	A	29-01-1975	NONE	
JP 55133890	A	18-10-1980	JP 1480405 C JP 63025877 B	10-02-1989 27-05-1988
DE 2042084	A1	02-03-1972	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000438

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K20/12 B29C65/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B23K B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y A	US 3 541 669 A (R.W. YOCUM) 24. November 1970 (1970-11-24) Spalte 3, Zeile 63 – Spalte 4, Zeile 29; Ansprüche 1,2; Abbildung 2	1-9, 11, 12 10
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 013, Nr. 320 (M-853), 20. Juli 1989 (1989-07-20) -& JP 01 107986 A (HONDA MOTOR CO LTD), 25. April 1989 (1989-04-25) Zusammenfassung	1-9, 11, 12
Y	US 2002/136659 A1 (M. STAUBLI ET AL) 26. September 2002 (2002-09-26) Zusammenfassung	3
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Juli 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jeggy, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000438

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 382 234 A (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KK) 29. Januar 1975 (1975-01-29) Ansprüche; Abbildungen -----	4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 004, Nr. 187 (M-048), 23. Dezember 1980 (1980-12-23) -& JP 55 133890 A (NIPPON STEEL CORP), 18. Oktober 1980 (1980-10-18) Zusammenfassung -----	1,8
A	DE 20 42 084 A1 (E. PRELLE ET AL) 2. März 1972 (1972-03-02) Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 1; Abbildung -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000438

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3541669 A	24-11-1970	BE 740306 A	16-03-1970
		DE 1956572 A1	11-06-1970
		FR 2023693 A5	21-08-1970
		GB 1266705 A	15-03-1972
		JP 51014982 B	13-05-1976
JP 01107986 A	25-04-1989	JP 1970799 C	18-09-1995
		JP 7000238 B	11-01-1995
US 2002136659 A1	26-09-2002	DE 10114612 A1	26-09-2002
		EP 1243754 A2	25-09-2002
		JP 2002371801 A	26-12-2002
GB 1382234 A	29-01-1975	KEINE	
JP 55133890 A	18-10-1980	JP 1480405 C	10-02-1989
		JP 63025877 B	27-05-1988
DE 2042084 A1	02-03-1972	KEINE	